

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11046 U.S. Pro  
10/315615  
10/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年12月20日

出願番号

Application Number:

特願2001-387047

[ST.10/C]:

[JP2001-387047]

出願人

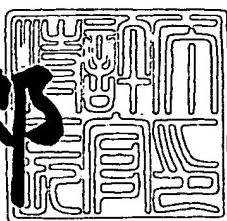
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2002年 9月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3070636

【書類名】 特許願

【整理番号】 2505030037

【提出日】 平成13年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02P 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 藤崎 好洋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 ▲浜▼田 裕二

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ制御用シリアル通信装置およびモータ駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 上位制御装置内に、送受信1組の通信制御を行う第1の通信ICと、送信端子が第1の通信ICの送信端子に、受信端子が第1の通信ICの受信端子にそれぞれ接続された第1の通信コネクタを備え、モータ駆動装置内に、送受信1組の通信制御を行う第2の通信ICと、受信端子が第2の通信ICの受信端子に接続された第2の通信コネクタと、送信端子が第2の通信ICの送信端子に、受信端子が第2の通信コネクタの送信端子にそれぞれ接続された第3の通信コネクタを備え、上位制御装置と最前段に配置されたモータ駆動装置との間の接続においては、送信と受信に各々独立した経路を有する第1の通信ケーブルを用いて、第1の通信コネクタと第2の通信コネクタを接続し、モータ駆動装置どうしの接続においては、第1の通信ケーブルを用いて一方のモータ駆動装置が備える第3の通信コネクタと他方のモータ駆動装置が備える第2の通信コネクタを接続し、最後段に配置されたモータ駆動装置においては、第3の通信コネクタにこの送信端子と受信端子を結ぶ第2の通信ケーブルを接続し、これらの構成により上位制御装置とモータ駆動装置をデイジイチーン接続することを特徴とするモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項2】 第2の通信ケーブルに代えて、モータ駆動装置内に第3の通信コネクタの送信端子と受信端子を短絡するスイッチを備えた請求項1記載のモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項3】 第1の通信ケーブル内に、結線が開放状態の時にアクティブとなる非常停止信号の経路を備えた請求項1記載のモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項4】 第1の通信ケーブル内にアブソリュートエンコーダのデータ保持用電池の電源経路を備え、1箇所に配置したデータ保持用電池から第1の通信ケーブルを経由してモータ駆動装置にその電源を供給する構成とした請求項1記載のモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項5】 第2の通信ICは受信したデータをそのまま送信する第1の送

信モードとモータ駆動装置内のデータを送信する第2の送信モードを有し、かつ、モータ駆動装置内に上位制御装置からの指令データを受信したタイミングで初期化される通信タイミングカウンタを備え、最初に、全ての第2の通信ICは第1の送信モードであって、上位制御装置からの指令データを全てのモータ駆動装置が同時に受信し、次に、通信タイミングカウンタの値に基づき順に各モータ駆動装置内の第2の通信ICが第2の送信モードとなってフィードバックデータを上位制御装置に送信し、全てのモータ駆動装置がフィードバックデータの送信を終えた時点で1サイクルが完了となる通信サイクル構成を有し、さらに、通信タイミングカウンタの値に基づき全てのモータ駆動装置が同時に指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを実行することを特徴とする請求項1記載のモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項6】 通信タイミングカウンタが予め設定された値を越えた時に、モータ駆動装置はモータを停止させることを特徴とする請求項5記載のモータ制御用シリアル通信装置。

【請求項7】 キャリア周期指令に基づいた周期のPWMキャリア信号を出力するキャリア信号生成手段と、PWMキャリア信号に同期したサーボ制御起動用のタイミング信号を生成するサーボ起動タイミング信号生成手段と、このサーボ起動タイミング信号によりサーボ制御を周期的に起動するサーボ制御手段と、通信サイクルに同期したタイミング信号を出力する通信タイミング信号生成手段と、通信タイミング信号からサーボ起動タイミング信号までの遅延時間を検出する遅延時間検出手段と、予め設定された基準遅延時間と遅延時間検出手段が出力する遅延時間との差を検出する偏差検出手段と、この遅延時間の差に対して制御ゲインを乗じたものに基準キャリア周期を加算した結果をキャリア周期指令として出力するキャリア周期生成手段とを備えたモータ駆動装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、上位制御装置とこの制御対象となるモータ駆動装置との間を接続するのに用いるモータ制御用シリアル通信装置および、そのモータ駆動装置に関する

るものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、上位制御装置と複数のモータ駆動装置との間をシリアル通信で接続し、このシリアル通信を介してモータに対する動作指令を与えることが省配線化、高機能化などを目的として広く行われるようになってきている。例えば、上位制御装置がNCコントローラであり、モータ駆動装置はサーボモータを駆動するサーボドライブである場合には、その動作指令として位置指令や速度指令、あるいはトルク指令を与える場合が多い。

## 【0003】

このようなものの例として、図12に示したシリアル通信の物理層に100BAS-E-T規格を適用したものがある。図12において、上位制御装置1はその内部にシリアル通信の送受信を行う第1の通信IC3と第1の通信コネクタ2を内蔵しており、各受信端子3rと2r、各送信端子3tと2tがそれぞれ接続されている。実際には第1の通信IC3と第1の通信コネクタ2の間にはパルストランスが介在するが、煩雑になるのを避けるため省略している。また、実際には送信信号と受信信号は各々2本が1対となったペア信号であるが、これについても送信と受信を各々1本に省略して図示している。

## 【0004】

次に、モータ駆動装置4の内部には上位制御装置1と同じように第1の通信IC3と第1の通信コネクタ2が内蔵されており、信号の接続も同じである。そして、通常このモータ駆動装置4が複数配置されることになるが、本図においてはこれが3台の場合を例として示している。5は通信データの中継装置となるハブであり第1の通信コネクタ2と同じコネクタを多数設けている。全体としては、ハブ5に対して上位制御装置1と全てのモータ駆動装置4が、送信と受信に各々独立した経路を持つ第1の通信ケーブル6によって接続された構成となっている。なお、第1の通信コネクタ2としてRJ-45モジュラージャックを、第1の通信ケーブル6として4対（8線）のツイストペア線を用いることが100BAS-E-T規格で定められている。

## 【0005】

この構成において、マスターからの指令送信に対し、スレーブが応答返信を行うマスター・スレーブ方式の通信が一般に行われる。本図においては、上位制御装置1がマスターに相当し、モータ駆動装置4がスレーブに相当する。上位制御装置1から送信された指令データはハブ5を経由してモータ駆動装置4に伝送され、また、モータ駆動装置4からの応答データもハブ5を経由して上位制御装置1に伝送される。上位制御装置1は、1つのモータ駆動装置4との送受信が終わると次のモータ駆動装置4との送受信を行う、ということを順に実行し、全てのモータ駆動装置4との送受信が完了した時点で1つの通信サイクルが完了する。この通信サイクルを繰り返し実行することでリアルタイム伝送を実現している。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

このような従来の構成は、伝送経路の中心にハブ5を配置したいわゆるスター配線であるが、実際の機器の配置として、ハブ5を中心にして放射状に上位制御装置1とモータ駆動装置4を設置することは、スペース効率が悪くなるので避けられる。したがって、図12に示したような上位制御装置1とモータ駆動装置4を横に並べる配置とするのが通常である。この場合、第1の通信ケーブル6が束になる箇所ができるため配線効率が悪く、シリアル通信で接続することの大きな目的である省配線の利点が十分には得られないという課題があった。また、ハブ5の存在がシステム全体のコストを上昇させていた。

## 【0007】

本発明は上記課題を解決するもので、配線効率が良く、また、ハブが不要なモータ制御用シリアル通信装置を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明のモータ制御用シリアル通信装置とモータ駆動装置は、上位制御装置内に、送受信1組の通信制御を行う第1の通信ICと、送信端子が第1の通信ICの送信端子に、受信端子が第1の通信ICの受信端子にそれぞれ接続された第1の通信コネクタを備え、モータ駆動装置内に、送受

信1組の通信制御を行う第2の通信ICと、受信端子が第2の通信ICの受信端子に接続された第2の通信コネクタと、送信端子が第2の通信ICの送信端子に、受信端子が第2の通信コネクタの送信端子にそれぞれ接続された第3の通信コネクタを備え、上位制御装置と最前段に配置されたモータ駆動装置との間の接続においては、送信と受信に各々独立した経路を有する第1の通信ケーブルを用いて、第1の通信コネクタと第2の通信コネクタを接続し、モータ駆動装置どうしの接続においては、第1の通信ケーブルを用いて一方のモータ駆動装置が備える第3の通信コネクタと他方のモータ駆動装置が備える第2の通信コネクタを接続し、最後段に配置されたモータ駆動装置においては、第3の通信コネクタにこの送信端子と受信端子を結ぶ第2の通信ケーブルを接続し、これらの構成により上位制御装置とモータ駆動装置をデイジイチエーン接続することを特徴としている。

## 【0009】

この構成により、モータ駆動装置内部に配した通信経路と通信ケーブルの経路を合わせて、全体としてループ状の通信経路が形成されるため、ハブが不要となる。さらに、デイジイチエーン状に通信ケーブルを配したことにより機器の配置効率と配線効率を高めることができる。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

上記の課題を解決するために本発明のモータ制御用シリアル通信装置とモータ駆動装置は、上位制御装置内に、送受信1組の通信制御を行う第1の通信ICと、送信端子が第1の通信ICの送信端子に、受信端子が第1の通信ICの受信端子にそれぞれ接続された第1の通信コネクタを備え、モータ駆動装置内に、送受信1組の通信制御を行う第2の通信ICと、受信端子が第2の通信ICの受信端子に接続された第2の通信コネクタと、送信端子が第2の通信ICの送信端子に、受信端子が第2の通信コネクタの送信端子にそれぞれ接続された第3の通信コネクタを備え、上位制御装置と最前段に配置されたモータ駆動装置との間の接続においては、送信と受信に各々独立した経路を有する第1の通信ケーブルを用いて、第1の通信コネクタと第2の通信コネクタを接続し、モータ駆動装置どうし

の接続においては、第1の通信ケーブルを用いて一方のモータ駆動装置が備える第3の通信コネクタと他方のモータ駆動装置が備える第2の通信コネクタを接続し、最後段に配置されたモータ駆動装置においては、第3の通信コネクタにこの送信端子と受信端子を結ぶ第2の通信ケーブルを接続し、これらの構成により上位制御装置とモータ駆動装置をデイジイチエーン接続している。

## 【0011】

また、第2の通信ケーブルに代えて、モータ駆動装置内に第3の通信コネクタの送信端子と受信端子を短絡するスイッチを備えている。

## 【0012】

また、第1の通信ケーブル内に結線が開放状態の時にアクティブとなる非常停止信号の経路を備えている。

## 【0013】

また、第1の通信ケーブル内にアブソリュートエンコーダのデータ保持用電池の電源経路を備え、1箇所に配置したデータ保持用電池から第1の通信ケーブルを経由してモータ駆動装置にその電源を供給する構成としている。

## 【0014】

また、第2の通信ICは受信したデータをそのまま送信する第1の送信モードとモータ駆動装置内のデータを送信する第2の送信モードを有し、かつ、モータ駆動装置内に上位制御装置からの指令データを受信したタイミングで初期化される通信タイミングカウンタを備え、最初に、全ての第2の通信ICは第1の送信モードであって、上位制御装置からの指令データを全てのモータ駆動装置が同時に受信し、次に、通信タイミングカウンタの値に基づき順に各モータ駆動装置内の第2の通信ICが第2の送信モードとなってフィードバックデータを上位制御装置に送信し、全てのモータ駆動装置がフィードバックデータの送信を終えた時点で1サイクルが完了となる通信サイクル構成を有し、さらに、通信タイミングカウンタの値に基づき全てのモータ駆動装置が同時に指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを実行することを特徴としている。

## 【0015】

また、通信タイミングカウンタが予め設定された値を越えた時に、モータ駆動

装置はモータを停止させることを特徴としている。

## 【0016】

また、キャリア周期指令に基づいた周期のPWMキャリア信号を出力するキャリア信号生成手段と、PWMキャリア信号に同期したサーボ制御起動用のタイミング信号を生成するサーボ起動タイミング信号生成手段と、このサーボ起動タイミング信号によりサーボ制御を周期的に起動するサーボ制御手段と、通信サイクルに同期したタイミング信号を出力する通信タイミング信号生成手段と、通信タイミング信号からサーボ起動タイミング信号までの遅延時間を検出する遅延時間検出手段と、予め設定された基準遅延時間と遅延時間検出手段が出力する遅延時間との差を検出する偏差検出手段と、この遅延時間の差に対して制御ゲインを乗じたものに基準キャリア周期を加算した結果をキャリア周期指令として出力するキャリア周期生成手段とを備えている。

## 【0017】

この構成により、モータ駆動装置内部に配した通信経路と通信ケーブルの経路を合わせて、全体としてループ状の通信経路が形成されるため、ハブが不要となる。さらに、デイジイチェーン状に通信ケーブルを配したことにより機器の配置効率と配線効率を高めることができる。

## 【0018】

また、スイッチを設けたものでは、第2の通信ケーブルが不要となり、単にスイッチを設定するだけで済むため、機器の設置時における作業効率を向上させることができる。

## 【0019】

また、非常停止信号を独立した経路として設けたものでは、時間遅れなく直ちに非常停止処理を実行できる。しかも、断線時にも非常停止処理がなされるため、安全性が高い。

## 【0020】

また、データ保持用電池を上位制御装置内に設けて第1の通信ケーブルを経由して各アブソリュートエンコーダに供給される構成としたものでは、データ保持用電池の寿命管理および交換作業が容易にできる。

## 【0021】

また、通信タイミングカウンタを設けたものでは、これを基準にして全てのモータ駆動装置が同時に指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを実行するため、協調動作させる際の動作精度が向上する。

## 【0022】

また、通信データが途絶えたことの検出に通信タイミングカウンタを用いたものでは、構成を簡素にすることができる。

## 【0023】

また、通信タイミング信号からサーボ起動タイミング信号までの遅延時間が基準値となるように、PWMキャリア信号の周期を調整するものでは、通信サイクルとサーボ制御演算の同期をとることができる。

## 【0024】

## 【実施例】

以下、本発明のモータ制御用シリアル通信装置とモータ駆動装置の実施例について、図面を参照しながら説明する。

## 【0025】

## (実施例1)

図1は本発明の第1の実施例を示すブロック図である。図1において、上位制御装置1は内部にシリアル通信の送受信を行う第1の通信IC3と第1の通信コネクタ2を内蔵し、第1の通信IC3の送信端子3tは第1の通信コネクタ2の送信端子2tに、第1の通信コネクタ2の受信端子2rは第1の通信IC3の受信端子3rにそれぞれ接続されている。次に、モータ駆動装置10の内部には第2の通信コネクタ11と第3の通信コネクタ12と第2の通信IC13を有しており、第2の通信コネクタ11の受信端子11rは第2の通信IC13の受信端子13rに、第2の通信IC13の送信端子13tは第3の通信コネクタ12の送信端子12tに、第3の通信コネクタ12の受信端子12rは第2の通信コネクタ11の送信端子11tにそれぞれ接続されている。20と30はモータ駆動装置10と同じ構成のモータ駆動装置であり、したがって内部にそれぞれ、第2の通信コネクタ21、31、第3の通信コネクタ22、32、第2の通信IC2

3、33を備える。第1の通信IC3と第2の通信IC13、23、33は機能的に同一のものであるが、説明を容易にするために名称を区別している。同様に、第2の通信コネクタ11、21、31と第3の通信コネクタ12、22、32も第1の通信コネクタ2と機能的に同一のものであるが、名称を区別している。

## 【0026】

上位制御装置1とモータ駆動装置10の間は、送受信にそれぞれ独立した経路を有する第1の通信ケーブル14で接続されており、第1の通信コネクタ2の送信端子2tが第2の通信コネクタ11の受信端子11rに、第2の通信コネクタ11の送信端子11tが第1の通信コネクタ2の受信端子2rに、それぞれ繋がっている。また、モータ駆動装置10と20の間、また20と30の間も第1の通信ケーブル24、34で接続されており、これにより通信コネクタの端子12tと21r、21tと12r、22tと31r、31tと22rがそれぞれ繋がっている。さらに、最後段となるモータ駆動装置30の第3の通信コネクタ32には第2の通信ケーブル40が接続されており、これにより、第3の通信コネクタ32の送信端子32tが受信端子32rに繋がっている。

## 【0027】

以上の構成によって、上位制御装置1内部に配設された第1の通信IC3の送信データは3t、2t、11r、13rという経路を通ってモータ駆動装置10内部に配設された第2の通信IC13の受信データとして伝送される。また、この第2の通信IC13の送信データは13t、12t、21r、23rという経路を通ってモータ駆動装置20内部に配設された第2の通信IC23の受信データとして伝送される。同様に、この第2の通信IC23の送信データはモータ駆動装置30内部に配設された第2の通信IC33の受信データとして伝送される。この第2の通信IC33の送信データは、33t、32t、32r、31t、22r、21t、12r、11t、2r、3rという経路を順に通り、上位制御装置1内部に配設された第1の通信IC3の受信データとして伝送される。したがって、通信ケーブルの接続は、上位制御装置1からモータ駆動装置10へ、モータ駆動装置10からモータ駆動装置20へ、モータ駆動装置20からモータ駆動装置30へというように、デイジイチーン接続になっているが、伝送データ

の経路としては模式的に表現した図2の概念図の通り、上位制御装置1と全てのモータ駆動装置を繋ぐループが形成されている。

## 【0028】

本実施例によれば、通信経路をループ状にしたことにより、ハブを使用しなくても上位制御装置と全てのモータ駆動装置を結ぶ通信経路が構成できている。しかも、通信ケーブルの接続はデイジイチエーン状であるため、上位制御装置と全てのモータ駆動装置を横並べにした効率的な配置を行った場合に、各通信ケーブルは最も短くなる。すなわち、設備の配置効率と配線効率の両立を図ることができる。一般に、通信経路をループ状にした場合、最後段のモータ駆動装置30と上位制御装置1とを接続する通信ケーブルを必要とするが、本実施例においてはこれが不要であり、通常のループ構成よりも配線効率が良い。また、第1の通信ケーブルとして、従来使用していた通信ケーブルがそのまま使用できる利点も大きい。

## 【0029】

なお、すでに述べた従来例に合わせ、図1にはモータ駆動装置の数が3台の場合の例を表しているが、この台数に制限はなく、1台から構成可能である。

## 【0030】

また、本実施例では通信コネクタの端子の物理的な配置は限定しないが、第1の通信コネクタ2と第3の通信コネクタ12、22、32に対して、第2の通信コネクタ11、21、31の端子の物理的な配置を逆にしても構わない。こうすれば、第1の通信ケーブル14、24、34に、両端コネクタの物理的な同一端子どおしが接続されるよう結線した、いわゆるストレート結線のケーブルを使用することができる。図1はこの点を意識して、第1の通信コネクタと第3の通信コネクタについては上側に送信端子、下側に受信端子を描画し、第2の通信コネクタについては上側に受信端子、下側に送信端子を描画している。100BAS-E-T用の通信ケーブルとしてはストレート結線のものが一般的であり、これは多量に流通しているため安価である。よって、これを採用すれば全体のコストを低減できる。

## 【0031】

## (実施例2)

図3は本発明の第2の実施例を示すブロック図である。図3において、モータ駆動装置10が備える第3の通信コネクタ12に関して、その送信端子12rと受信端子12tを短絡可能とするスイッチ15が配置されている。同様に、モータ駆動装置20にスイッチ25が、モータ駆動装置30にはスイッチ35がそれぞれ配置されている。そして、最終段であるモータ駆動装置30には、実施例1において設けていた第2の通信ケーブル40ではなく、この機能の代わりとしてスイッチ35が閉じられている。中段であるモータ駆動装置10、20のスイッチ15と25は開いた状態に設定されている。その他の構成は実施例1と同じである。

## 【0032】

以上の構成において、閉じたスイッチ35は実施例1における第2の通信ケーブル40と同じ働きをしており、このため第2の通信ケーブル40が不要となっている。スイッチは全てのモータ駆動装置が包含しており、最終段に配置されたモータ駆動装置30のスイッチ35のみを閉じ、他のスイッチ15、25を開いた状態とすることで実施例1と同じ通信データの経路が確保される。

## 【0033】

本実施例によれば、第2の通信ケーブル40が不要となり、単にスイッチ35の開閉を設定するだけで済むため、機器の設置時における作業効率を向上させることができる。また、特殊な結線仕様であった第2の通信ケーブル40が不要となり、第1の通信ケーブル14、24、34だけで構成できるということは、すなわち、一般に広く流通している100BASE-T用のケーブルだけで構成できることを意味する。したがって、部材の調達と管理が容易である。

## 【0034】

## (実施例3)

通信データの伝送経路が断線等により絶たれた場合、一般的にはモータ駆動装置側では上位制御装置からの指令データが届かなくなることでこれを認識する。この場合、通常動作している時であってもその指令データはある程度の時間間隔をおいて送信されるのが普通であるため、通信データが届かなくなったと判断で

きるのは当然にその時間間隔よりも更に長い時間を経過した後となってしまう。したがって、断線した場合の安全性を考えると、モータを非常停止させる機能の信号については、一般的な通信データを送信する経路とは独立して設け、さらに、通信データのような時間間隔をおいて送信するものではなく、連続的に常時伝達される信号とすることが望ましい。このような観点で、構成したものが図4に示す本発明の第3の実施例である。

## 【0035】

上位制御装置1の内部には非常停止指令手段7が配設され、この出力信号が第1の通信コネクタ2の端子2eに接続されている。モータ駆動装置10の内部には非常停止処理手段16が配設され、その信号は第2の通信コネクタ11の端子11eと第3の通信コネクタ12の端子12eとに接続されている。モータ駆動装置20と30の内部構成はモータ駆動装置10と同じである。そして、上位制御装置1と各モータ駆動装置10、20、30間を接続する第1の通信ケーブル14、24、34によって、非常停止指令手段7から非常停止処理手段16、26、36に対して信号が伝達される構成となっている。その他の構成は実施例1と同様である。なお、実際には各信号は2本が1対となっているものであるが、図面が煩雑になるのを避けるため、これまでに示した実施例と同様に1本の線で示している。

## 【0036】

図5は非常停止指令手段7と非常停止処理手段16について、細部の構成を示したものであり、非常停止処理に関連しない構成要素については省略している。また、図4と異なり1つの信号は省略せず2本の線で示している。図5において、非常停止指令手段7は電源7aと、通常時において導通、すなわちON状態にあるスイッチ7bが直列に接続された回路構成となっている。また、非常停止処理手段16の内部には、フォトカプラ16aとこの1次側ダイオードの電流を制御する抵抗器16bと2次側の信号レベルを確定するプルアップ抵抗器16cが配設されている。そして、信号16dのレベルによって、非常停止処理を実行するかどうか判断する構成となっている。

## 【0037】

この構成において、スイッチ7bが通常のON状態にある時、フォトカプラ16aの1次側ダイオードに電流が流れ、2次側トランジスタがONして、出力信号16dは‘L’レベルとなる。非常停止指令手段7が非常停止を指令すべくスイッチ7bをOFFになると、フォトカプラ16aの1次側ダイオード電流は途絶え2次側トランジスタがOFFして、出力信号16dは‘H’レベルとなる。この状態の時、非常停止処理を実行する。スイッチ7bがONであっても、断線やコネクタが外れる等して第1の通信ケーブル14内部の信号経路が絶たれた場合には、フォトカプラ16aの1次側ダイオード電流が途絶えるためスイッチ7bをOFFにしたのと同じ状態となり、非常停止処理がなされる。すなわち、第1の通信ケーブル14内部の信号経路が絶たれた時に非常停止処理がアクティブとなるよう構成されている。

## 【0038】

本実施例によれば、モータ駆動装置を非常停止させる信号を、一般の通信データを送信する経路とは独立して設け、その信号が変化すると時間遅れなく直ちに非常停止処理を実行できるため、非常停止処理の信頼性を向上させることができる。また、断線等により第1の通信ケーブル14内部の信号経路が絶たれた場合でも非常停止処理が実行されるため、安全性が高い。

## 【0039】

一般の100BASE-T用の通信ケーブルと通信コネクタは信号経路を4つ保有している。よって、送信と受信に合わせて2経路使用しても、2経路が余っており、この余った経路の内1つを本非常停止信号の経路に割り付けることができる。すなわち、従来のケーブルをそのまま使うことができる。

## 【0040】

なお、スイッチ7bは機械的なものだけでなく、トランジスタのように電子的なスイッチであっても構わないし、また、フォトカプラ16aもトランジスタ等に置換することが可能である。

## 【0041】

## (実施例4)

サーボモータには、電源遮断時においても絶対位置を保持可能なアブソリュ-

トエンコーダを備えたものがある。この絶対位置データを電源遮断時において保持するために、一般に電池が用いられ、これはモータ駆動装置に取り付けられることが多い。しかし、モータ駆動装置の数が多い場合には、それぞれのモータ駆動装置に電池を取り付けて、電池寿命を管理し、適切な時期に交換する作業は煩雑である。よって、各モータ駆動装置で行うのではなく、上位制御装置で一元管理できることが望ましい。この観点で改善を図ったものが図6に示す本発明の第4の実施例である。

## 【0042】

上位制御装置1にはデータ保持用電池8が配設され、ここから電源線が第1の通信コネクタ2の端子2bに接続されている。モータ駆動装置10にはアブソリュートエンコーダ17が接続されており、これを電源遮断時にバックアップするための電源線が、ここから第2の通信コネクタ11の端子11bと第3の通信コネクタ12の端子12bに接続されている。モータ駆動装置20と30の内部の構成はモータ駆動装置10と同じである。そして、上位制御装置1と各モータ駆動装置10、20、30間を接続する第1の通信ケーブル14、24、34によって、データ保持用電池8から供給される電源がアブソリュートエンコーダ17に供給されるように構成されている。その他の構成は実施例1と同様である。なお、各信号は実際には2本が1対となっているものであるが、図面が煩雑になるのを避けるため、これまでに示した実施例と同様に1本の線で示している。

## 【0043】

本実施例によれば、上位制御装置1の内部に設けたデータ保持用電池8の電源が第1の通信ケーブル14、24、34を経由して各アブソリュートエンコーダ17、27、37に供給される構成となっているため、データ保持用電池8の寿命管理および交換作業が一元的に行え、容易である。

## 【0044】

一般的の100BASE-T用の通信ケーブルと通信コネクタは信号経路を4つ保有している。よって、送信と受信に合わせて2経路使用しても、2経路が余っており、この余った経路の内1つを本非常停止信号の経路に割り付けることができる。すなわち、従来のケーブルをそのまま使うことができる。

## 【0045】

なお、データ保持用電池8の配置を1箇所とすることによって、一元管理できるようにするのが本実施例の主旨である。よって、データ保持用電池8の配置は上位制御装置1の内部でなく、どれか1つのモータ駆動装置の中であっても、あるいは、外部であっても構わない。

## 【0046】

## (実施例5)

複数のモータを協調して動作させる、あるいは同一動作を行わせる場合には、上位制御装置からの指令データが全てのモータ駆動装置において同時に制御に反映されることが望ましい。また、モータ駆動装置から上位制御装置へのフィードバックデータについても、全てのモータ駆動装置において同時にサンプリングされたデータであることが望ましい。こういったことを目的とするのが本発明の第5の実施例である。

## 【0047】

図7は本実施例における第2の通信IC13の内部構成を示すブロック図であり、他の第2の通信IC23、33もこれと同じ構成である。データ受信手段13aは受信端子13rからの通信データを受信処理してモータ駆動装置10への指令データを取り出すものであり、また、データ送信手段13bはモータ駆動装置10内部の制御データを通信データとして出力するものである。送信データセレクタ13dは受信端子13rからの受信データとデータ送信手段13bからの送信データのいずれかを選択して送信端子13tに出力するもので、その選択は通信タイミングカウンタ13cからの送信モード切り替え信号13sによって制御される。これ以降、受信端子13rからの受信データを送信端子13tに出力するモードを第1の送信モードと呼び、データ送信手段13bからの送信データを出力するモードを第2の送信モードと呼ぶ。通信タイミングカウンタ13cはデータ受信手段が上位制御装置1からの指令データを正常に受信したタイミングでリセットされる時間カウンタで、送信モード切り替え信号13sはこのカウント値に基づいて制御される。他の構成は図1に示す実施例1と同様である。

## 【0048】

図8は本実施例の動作を示すタイムチャートである。上段に示すのは第1の通信IC3の受信端子3r部分で観測される通信データであり、上側に上位制御装置1からの指令データを、下側にモータ駆動装置10、20、30からのフィードバックデータを示している。中段には通信タイミングカウンタ13c、23c、33cのカウント値を示している。また、下段には送信モード切り替え信号13s、23s、33sを示しており、この信号が‘L’の時に第1の送信モード、‘H’の時に第2の送信モードとなるように構成されている。

#### 【0049】

図8において、タイミングt1にて上位制御装置1は全てのモータ駆動装置10、20、30に対する指令を含んだ指令データを送信する。この時、送信モード切り替え信号13s、23s、33sは全て‘L’となっており、第1の送信モードで制御されている。よって、この指令データは全てのモータ駆動装置10、20、30においてバイパスされると同時に、内部のデータ受信手段13a、23a、33aによって取り込まれる。この指令データが正常に取り込まれたタイミングt2にて、通信タイミングカウンタ13c、23c、33cはリセットされる。データ受信手段13a、23a、33aが指令データを取り込むタイミングは同時であるから、通信タイミングカウンタ13c、23c、33cは全て同じタイミングでリセットされる。

#### 【0050】

また、カウントアップ速度も全て同じであるから、最初に指令データを正常に受信した後は、通信タイミングカウンタ13c、23c、33cの動作は全て同じとなる。この通信タイミングカウンタの値を基準にして、第2の通信IC13は、タイミングt3にて第2の送信モードに切り替えてモータ駆動装置10内部の制御データを上位制御装置1に対するフィードバックデータとして送信する。

#### 【0051】

そして、送信完了後のタイミングt4にて第1の送信モードに戻す。同様に、第2の通信IC23は、タイミングt5にて第2の送信モードに切り替えてモータ駆動装置20のフィードバックデータを送信し、送信完了後のタイミングt6にて第1の送信モードに戻す。また同様に、第2の通信IC33は、タイミング

$t_7$ にて第2の送信モードに切り替えてモータ駆動装置30のフィードバックデータを送信し、送信完了後のタイミング $t_8$ にて第1の送信モードに戻す。ここで、 $t_3$ から $t_8$ のタイミング値は、通信動作開始前に予め各モータ駆動装置に設定されているものである。

#### 【0052】

本実施例においてはモータ駆動装置が3台なので、タイミング $t_8$ にて全てのモータ駆動装置のフィードバックデータ送信が完了し、ここまでの一連の処理が1つの通信サイクルとなる。すなわち、指令データの送信開始タイミング $t_1$ から次の指令データの送信開始タイミング $t_9$ までが1通信サイクルとなる。そして、この通信サイクルが繰り返し実行される。また、1通信サイクル中のタイミング $t_{10}$ にて全てのモータ駆動装置が同時にフィードバックデータのサンプリングを実行し、さらに $t_{11}$ にて全てのモータ駆動装置が同時に指令データの制御へ反映を実施する。ここで、タイミング $t_{10}$ と $t_{11}$ は通信動作開始前に予め全てのモータ駆動装置に設定されるものであるが、これは任意のタイミングでよく、 $t_{10}$ と $t_{11}$ が同じであっても構わない。

#### 【0053】

本実施例によれば、全てのモータ駆動装置の内部に同一動作を行う通信タイミングカウンタ $13c$ 、 $23c$ 、 $33c$ を設けたことにより、このカウンタを基準にして全てのモータ駆動装置 $10$ 、 $20$ 、 $30$ が同時に指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを実行することができる。これにより、複数のモータを協調動作させる場合でも、各モータの動作にズレが生じず、精度の高い制御が可能となる。

#### 【0054】

なお、本実施例ではモータ駆動装置 $10$ 、 $20$ 、 $30$ の順でフィードバックデータを送信する構成としたが、この順序は任意で構わない。また、第1の送信モードを構成する際、図7において、受信端子 $13r$ のデータをそのまま送信端子 $13t$ から出力する構成として説明したが、データ受信手段 $13a$ で一度受信処理したものをデータ送信手段 $13b$ に与えることで送信する構成であっても構わない。通信タイミングカウンタ $13c$ と送信データセレクタ $13s$ を第2の通信

IC13の外部に配設しても構わぬことは言うまでもない。

【0055】

(実施例6)

通信データは通信ケーブルの断線等により途絶えてしまうことがある。この場合、これをモータ駆動装置は確実に検出し、安全にモータを停止させなければならぬ。この通信データが途絶えたことを容易に検出することを目的とするのが本発明の第6の実施例である。

【0056】

本実施例の構成は実施例5とほぼ同様であり、動作を図9のタイムチャートを用いて説明する。図9において、上段には図8と同様に、上側に上位制御装置1からの指令データを、下側にモータ駆動装置10、20、30からのフィードバックデータを示している。中段には通信タイミングカウンタ13cのカウント値と、これと比較するしきい値13fを表示しており、この比較の結果、通信タイミングカウンタ13cの値がしきい値13fを越えた時に'H'となる通信タイムアウト検出信号13eを下段に示している。タイミングt12において、上位制御装置1からの指令データが正常に受信されたため、通信タイミングカウンタ13cはリセットされている。しかし、これを最後に指令データが途絶えたため、本来指令データを受信すべきタイミングt13にて通信タイミングカウンタ13cはリセットされず、カウントアップを続ける。そして、タイミングt14において、予め設定されたしきい値13fを越えたため通信タイムアウト検出信号13eが'H'となる。これにより、モータ駆動装置10は通信データが途絶えたことを検知し、モータを停止する処理を実行する。他のモータ駆動装置20、30においても同様の処理がなされる。

【0057】

本実施例によれば、実施例5の構成要素である通信タイミングカウンタ13cをそのまま用いて通信データが途絶えたことを検出するため、非常に簡素に構成することができる。

【0058】

(実施例7)

サーボモータを駆動する場合、三角波をキャリア信号とした PWMインバータによるモータ駆動装置を用いるのが一般的である。この場合、キャリア信号に同期したタイミングで出力電圧値が更新されることから、サーボ制御の演算はキャリア周期に同期して実行されることが多い。よって、指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングもキャリア周期に同期したタイミングで行われる。したがって、指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを通信サイクルに同期させる実施例5に示した構成は、サーボ制御の演算がキャリア周期に同期して実行されるモータ駆動装置の場合には、実現することができない。そこで、通信サイクルとサーボ制御演算の同期をとることを目的とするのが本発明の第7の実施例である。

## 【0059】

図10は本実施例の構成を示すブロック図であり、これはモータ駆動装置10の内部に配設されている。以下、モータ駆動装置10についてのみ説明するが、他のモータ駆動装置20、30についても同様の構成である。図10において、キャリア信号生成手段100はキャリア周期指令101に基づいた周期を持つ三角波のPWMキャリア信号102を出力するものであり、このPWMキャリア信号102と出力電圧値を大小比較した結果がモータを駆動するPWM信号となる。サーボ起動タイミング信号生成手段103はPWMキャリア信号102に同期したパルス信号をサーボ起動タイミング信号104として生成し、出力するものである。このサーボ起動タイミング信号104によって、サーボ制御手段105はサーボ制御の演算を周期的に起動する。この演算処理の中で、上位制御装置1からの指令データが制御に反映される。通信タイミング信号生成手段106は、通信タイミングカウンタ13cのカウント値に基づいて通信サイクルに同期したパルス信号を通信タイミング信号107として出力するものである。遅延時間検出手段108は、通信タイミング信号107に対するサーボ起動タイミング信号104の遅延時間109を測定して出力するものである。偏差検出手段110は予め設定された基準遅延時間111と遅延時間109との差を出力するもので、そして、キャリア周期生成手段112によって、この遅延時間の差に制御ゲイン112aを乗じて基準キャリア周期112bを加算したものがキャリア周期指令

101として出力される構成となっている。ここで、基準キャリア周期112bには通信サイクルの周期と同じ値が予め設定されている。

#### 【0060】

以上の構成の動作について、図11のタイムチャートを用いて説明する。図11に示した例ではサーボ起動タイミング信号104と通信タイミング信号107は負論理のパルス信号としており、その立ち下がりエッジによってタイミングを表している。また、理解を容易にするため、サーボ起動タイミング信号生成手段103はPWMキャリア信号102が0の時にサーボ起動タイミング信号104をパルスとして出力する図としている。PWMキャリア信号102と出力電圧値を大小比較した結果がモータを駆動するPWM信号となるが、この出力電圧値の更新タイミングを任意に行うと、過渡的に意図せぬPWM信号が生成される場合があるため、出力電圧値の更新タイミングはPWMキャリア信号102の値が最小値、もしくは、最大値となったタイミングで行われることが多い。出力電圧値はサーボ制御演算の結果として得られるので、サーボ制御演算を開始するタイミングとフィードバックデータのサンプリングタイミングをPWMキャリア信号102に同期させることが一般に実施されている。

#### 【0061】

まず、タイミングt100においては、サーボ起動タイミング信号104と通信タイミング信号107の2つのタイミングは一致しており、よって、遅延時間109は0となる。ここで、予め設定する基準遅延時間111が0に設定されているとして、以下に説明を続ける。この場合、基準遅延時間111と遅延時間109は一致していて差がなく、基準キャリア周期112bがそのままキャリア周期指令101となって、PWMキャリア信号102はその周期が基準値となるよう生成される。113はこの時のPWMキャリア信号102の振幅レベル、すなわち基準振幅を示すものである。

#### 【0062】

次に、タイミングt101においては通信タイミング信号107に対してサーボ起動タイミング信号104は遅れており、この時の遅延時間109をtd1で示している。よって、偏差検出手段110の出力は-td1となるため、キャリ

ア周期指令101は基準キャリア周期112bよりも小さな値となる。今、PWMキャリア信号102の上昇速度、下降速度が一定の場合の例を示しているので、PWMキャリア信号102は基準振幅113に至らずに折り返し、この結果、周期は基準値よりも短くなる。よって、次回のサーボ起動タイミング信号104のパルスタイミングt102は早まるため、この時点での遅延時間109の値td2はtd1よりも小さくなる。これを繰り返し実行することで、やがてサーボ起動タイミング信号104は通信タイミング信号107に一致する。図11ではタイミングt103で一致する様子を示している。

## 【0063】

このように、通信タイミング信号107とサーボ起動タイミング信号104にタイミング差が生じっていても、サーボ起動タイミング信号104が通信タイミング信号107に追従するようにフィードバック制御されるため、やがて2つのタイミングは一致する。図11では、通信タイミング信号107に対してサーボ起動タイミング信号104が遅れた場合を示しているが、進んでいる場合も遅延時間109の符号が変化するだけであり、同様の制御がなされる。基準キャリア周期112bには通信サイクルの周期と同じ値を予め設定するが、この値が多少、異なっていても誤差が無くなるようにキャリア周期指令101が操作されるため、問題がない。

## 【0064】

一般に、フィードバック制御においては制御ゲインを低い値に抑えた方が安定するが、この制御ゲインが比例要素のみという簡素な構成である場合には、値が小さいと定常偏差が大きくなり、目標に一致しなくなることが課題となる。この点、本実施例では基準遅延時間111を定常偏差による誤差時間を見越して設定すればよく、よって、制御ゲイン112aが低い値であっても問題がない。また、基準キャリア周期112bが通信サイクルの周期と完全に同一の値が設定されている場合には、制御ゲイン112aが低い値であっても定常偏差は生じない。このように、本実施例では制御ゲイン112aの値が低くても問題がない利点がある。

## 【0065】

本実施例によれば、通信タイミング信号107からサーボ起動タイミング信号104までの遅延時間109が基準遅延時間111となるように、PWMキャリア信号102の周期が調整されるため、この結果として、通信サイクルとサーボ制御演算の同期をとることができる。

#### 【0066】

図11を用いて基準遅延時間111が0の時の説明を行ったが、この値を変更することで通信タイミング信号107に対するサーボ起動タイミング信号104の遅延時間を自由に設定することができる。したがって、この値を適切に設定することにより、通信で得られる指令データが制御に反映されるまでの時間を最短にでき、よって、制御性能を向上させることができる。同様に、フィードバックデータのサンプリングタイミングについても、実施例5で説明したタイミングt<sub>10</sub>に合わせ込むことができる。

#### 【0067】

また、結果的にPWMキャリア信号102は通信サイクルに同期するので、全てのモータ駆動装置のPWM信号は通信サイクルに同期したものとなる。複数のモータ駆動装置のPWM信号を同期させると、騒音、振動が低減する効果のあることが一般に知られている。本実施例の構成はこのような効果も併せ持つ。

#### 【0068】

なお、通信タイミング信号107のパルスが検出されなかった場合には、基準キャリア周期112bをキャリア周期指令101とする構成、もしくは、キャリア周期指令101を更新せず前回値のまま保持する構成であってもよい。このようにすれば、モータ駆動装置10の電源投入後、上位制御装置1からの通信データの送信が開始されるまでの期間や、電源遮断などで通信データが得られなくなった場合において、PWMキャリア信号102の周期が乱れることに起因した不具合を回避することができる。この構成は、通信サイクルの周期がサーボ制御周期の整数倍となっていて、通常動作状態でも通信タイミング信号107のパルスが得られない制御周期がある場合にも有効である。

#### 【0069】

また、遅延時間差に制御ゲイン112aを乗じた後に、飽和処理を加えること

によって、キャリア周期指令101の変化幅に制限を加える構成としてもよい。このようにすれば、過渡的にPWMキャリア信号102の周期が大きく変化することに起因した不具合を回避することができる。

## 【0070】

さらに、通信タイミング信号107は通信サイクルに同期した信号であればよいので、図10に示した通信タイミングカウンタ13Cとは異なる構成手段で生成されるものであっても構わない。

## 【0071】

## 【発明の効果】

以上に示した実施例から明らかなように、請求項1記載の発明によれば、モータ駆動装置内部に配した通信経路と通信ケーブルの経路を合わせて、全体としてループ状の通信経路が形成されるため、ハブが不要となる。さらに、デイジイチエーン状に通信ケーブルを配したことにより機器の配置効率と配線効率を高めることができる。

## 【0072】

また、請求項2記載の発明によれば、第2の通信ケーブルが不要となり、単にスイッチを設定するだけで済むため、機器の設置時における作業効率を向上させることができる。

## 【0073】

また、請求項3記載の発明によれば、非常停止信号を独立した経路として設けたことにより、時間遅れなく直ちに非常停止処理を実行できる。しかも、断線時にも非常停止処理がなされるため、安全性が高い。

## 【0074】

また、請求項4記載の発明によれば、各モータ駆動装置側にデータ保持用電池を配置するのではなく、これを上位制御装置内に設けて第1の通信ケーブルを経由して各アブソリュートエンコーダに供給される構成としたため、データ保持用電池の寿命管理および交換作業が容易にできる。

## 【0075】

また、請求項5記載の発明によれば、モータ駆動装置の内部に設けた通信タイ

ミングカウンタを基準にして、全てのモータ駆動装置が同時に指令データの制御への反映とフィードバックデータのサンプリングを実行するため、協調動作させる際の動作精度が向上する。

## 【0076】

また、請求項6記載の発明によれば、通信データが途絶えたことの検出に通信タイミングカウンタを用いたため、構成を簡素にすることができる。

## 【0077】

また、請求項7記載の発明によれば、通信タイミング信号からサーボ起動タイミング信号までの遅延時間が基準値となるように、PWMキャリア信号の周期が調整されるため、この結果、通信サイクルとサーボ制御演算の同期をとることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明のモータ制御用シリアル通信装置の実施例1におけるブロック図

## 【図2】

本発明の概念図

## 【図3】

本発明の実施例2におけるブロック図

## 【図4】

本発明の実施例3におけるブロック図

## 【図5】

本発明の実施例3における細部を示したブロック図

## 【図6】

本発明の実施例4におけるブロック図

## 【図7】

本発明の実施例5におけるブロック図

## 【図8】

本発明の実施例5におけるタイムチャート

## 【図9】

本発明の実施例6におけるタイムチャート

【図10】

本発明の実施例7におけるブロック図

【図11】

本発明の実施例7におけるタイムチャート

【図12】

従来のモータ制御用シリアル通信装置におけるブロック図

【符号の説明】

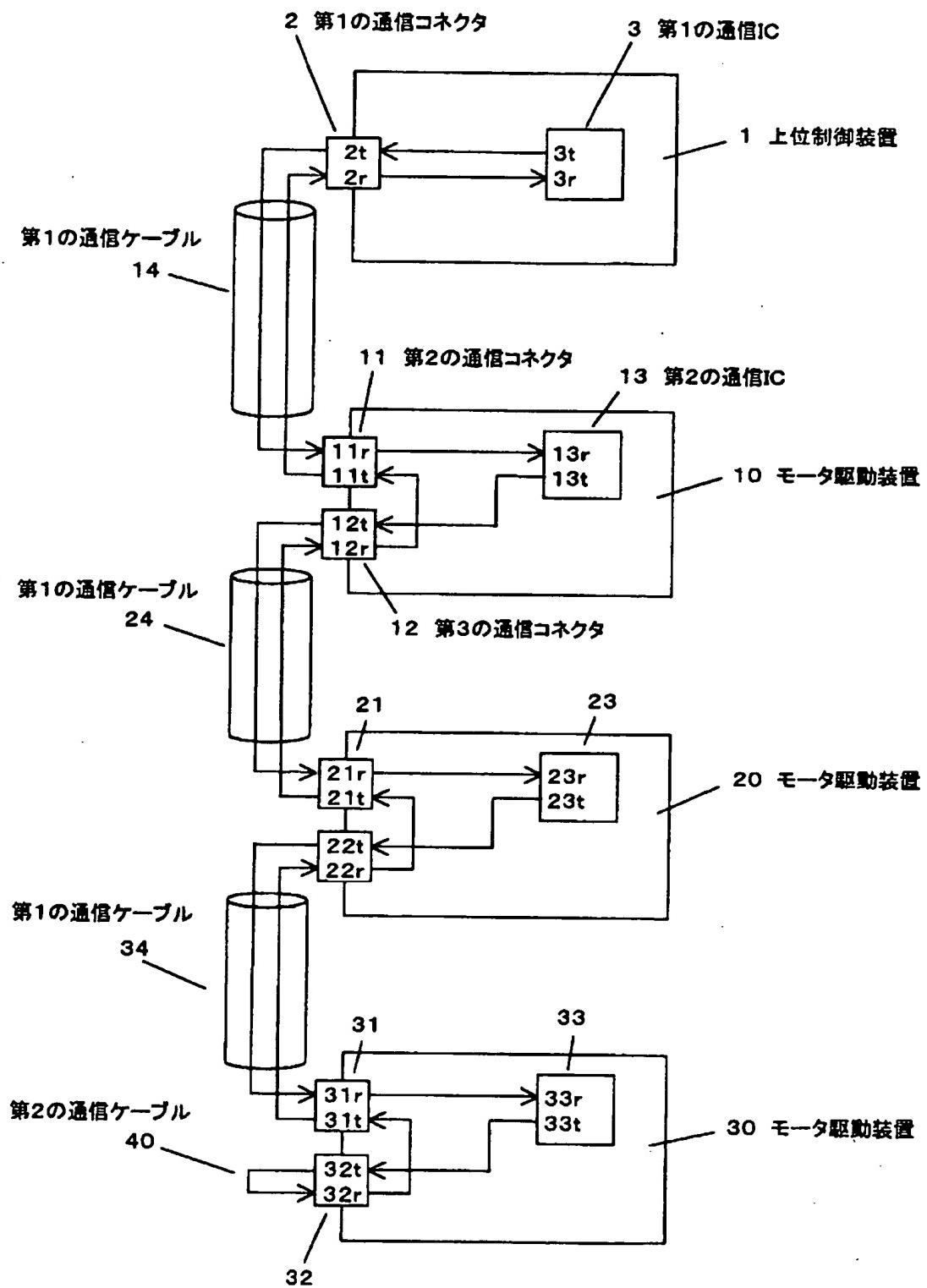
- 1 上位制御装置
- 2 第1の通信コネクタ
- 3 第1の通信IC
- 8 データ保持用電池
- 10、20、30 モータ駆動装置
- 11、21、31 第2の通信コネクタ
- 12、22、32 第3の通信コネクタ
- 13、23、33 第2の通信IC
- 13c、23c、33c 通信タイミングカウンタ
- 14、24、34 第1の通信ケーブル
- 15、25、35 スイッチ
- 17、27、37 アブソリュートエンコーダ
- 40 第2の通信ケーブル
- 100 キャリア信号生成手段
- 101 キャリア周期指令
- 102 PWMキャリア信号
- 103 サーボ起動タイミング信号生成手段
- 104 サーボ起動タイミング信号
- 105 サーボ制御手段
- 106 通信タイミング信号生成手段
- 107 通信タイミング信号

- 108 遅延時間検出時間
- 109 遅延時間
- 110 偏差検出手段
- 111 基準遅延時間
- 112 キャリア周期生成手段
- 112 a 制御ゲイン
- 112 b 基準キャリア周期

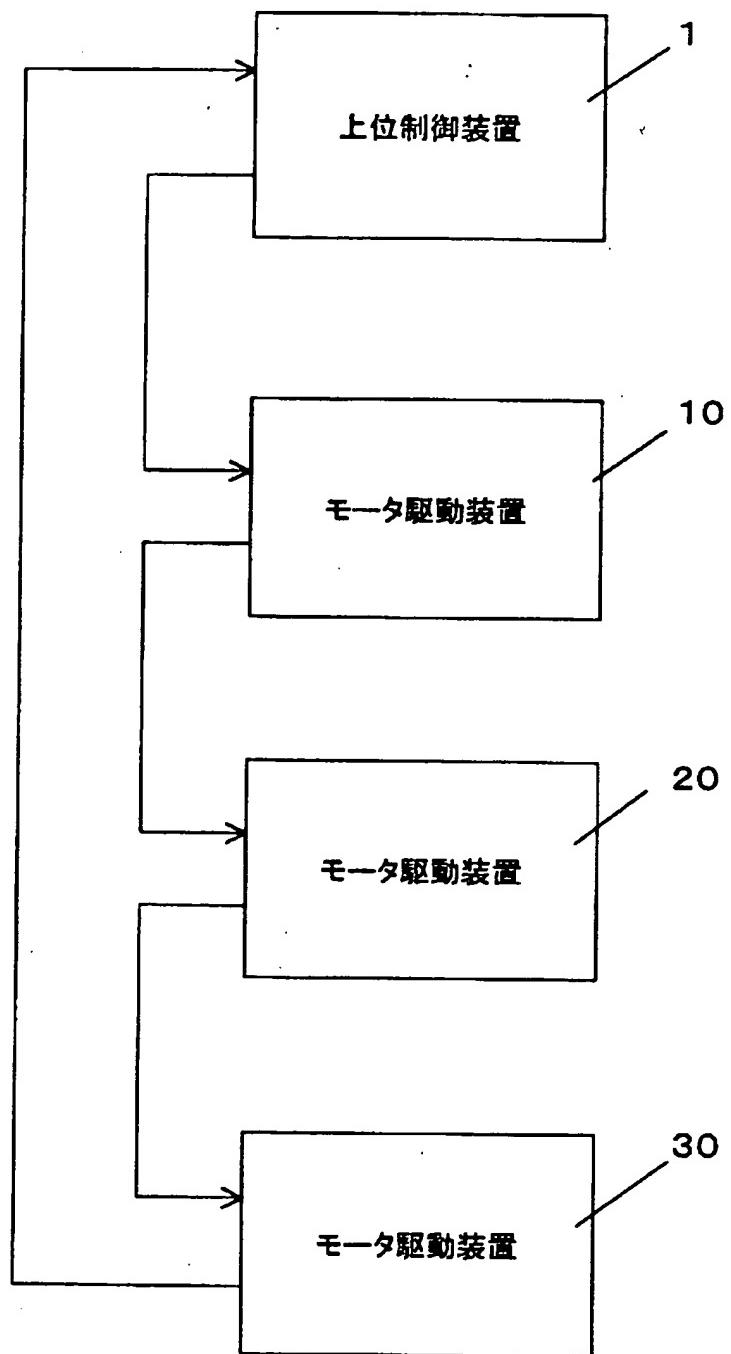
【書類名】

図面

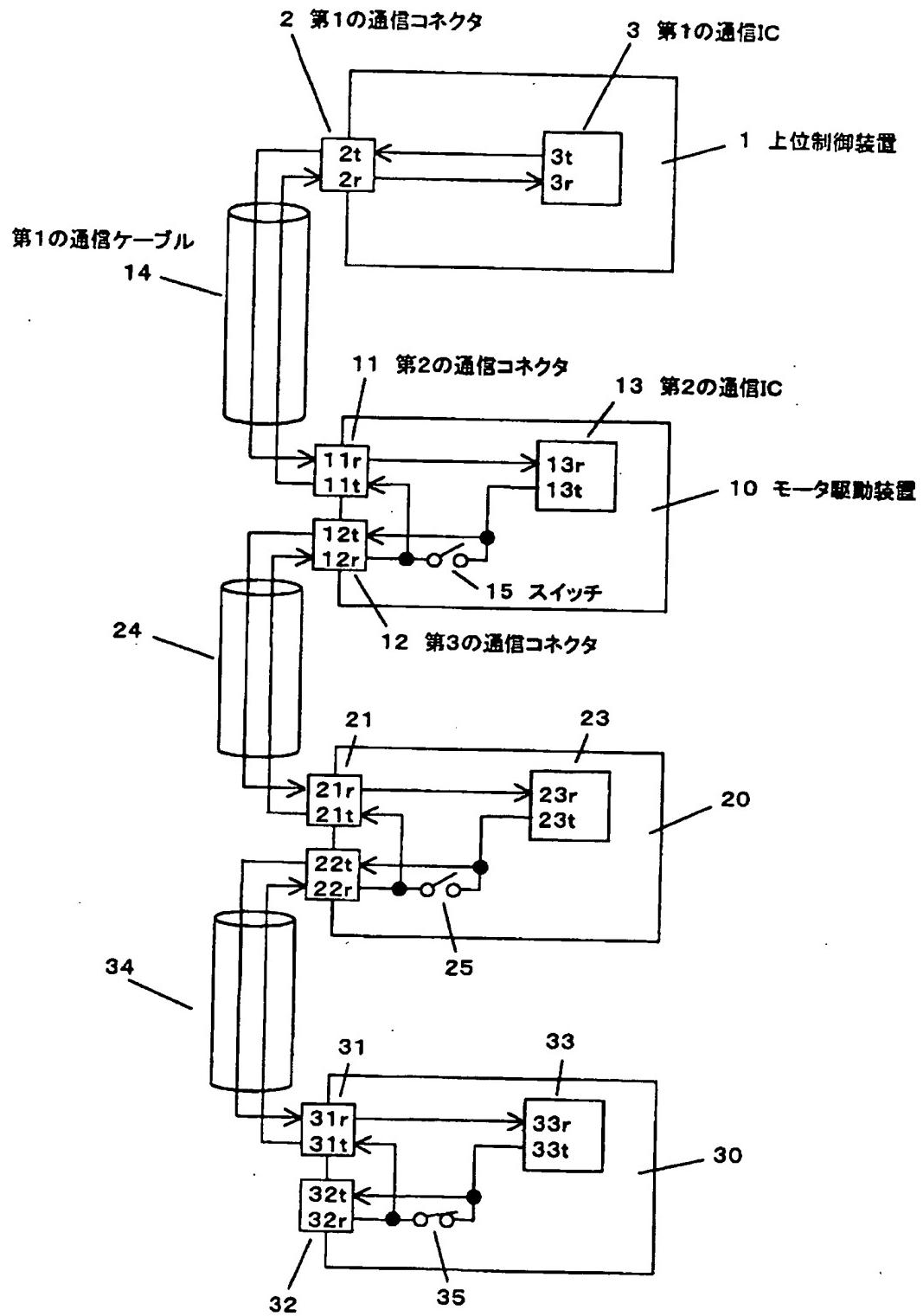
【図1】



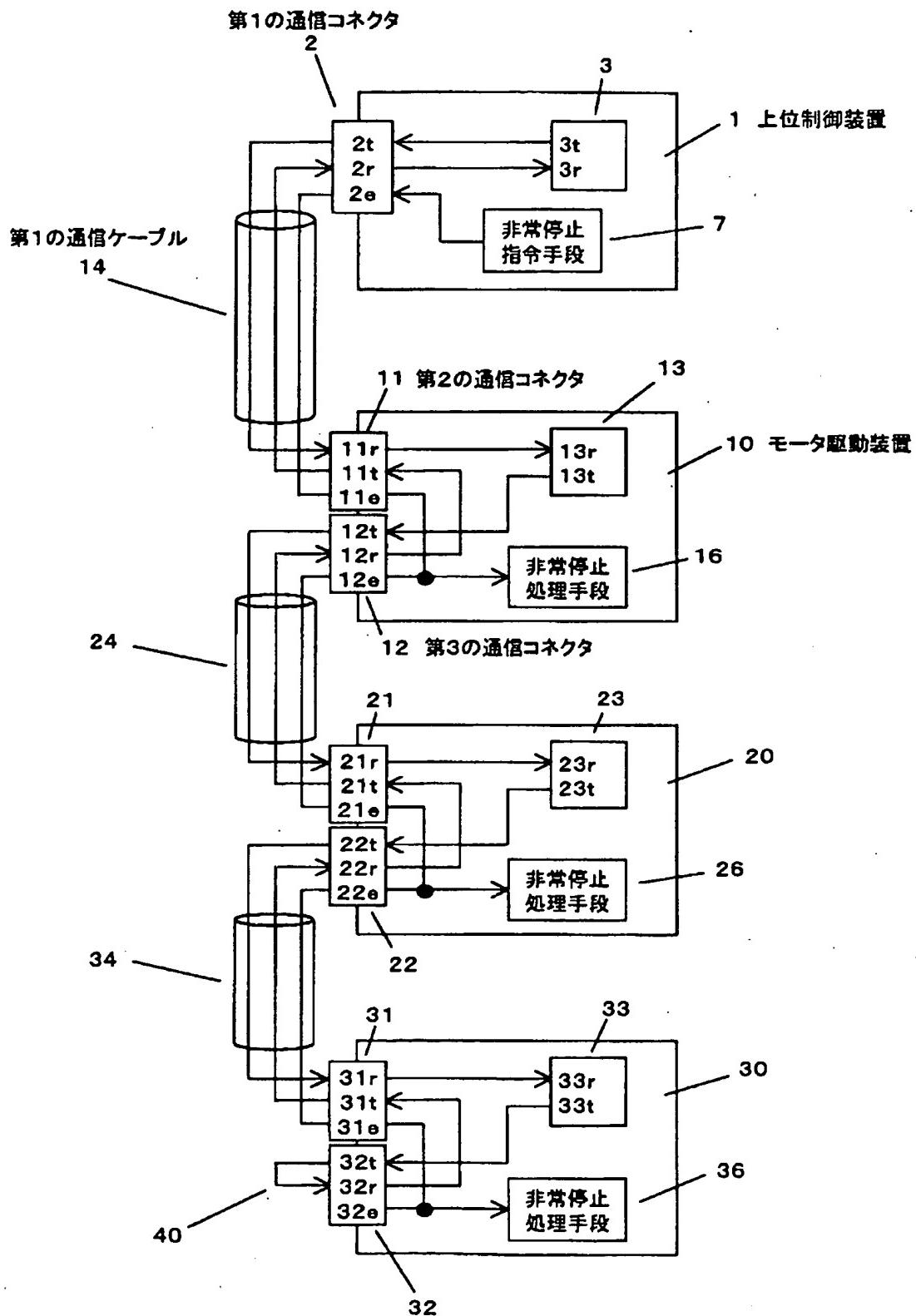
【図2】



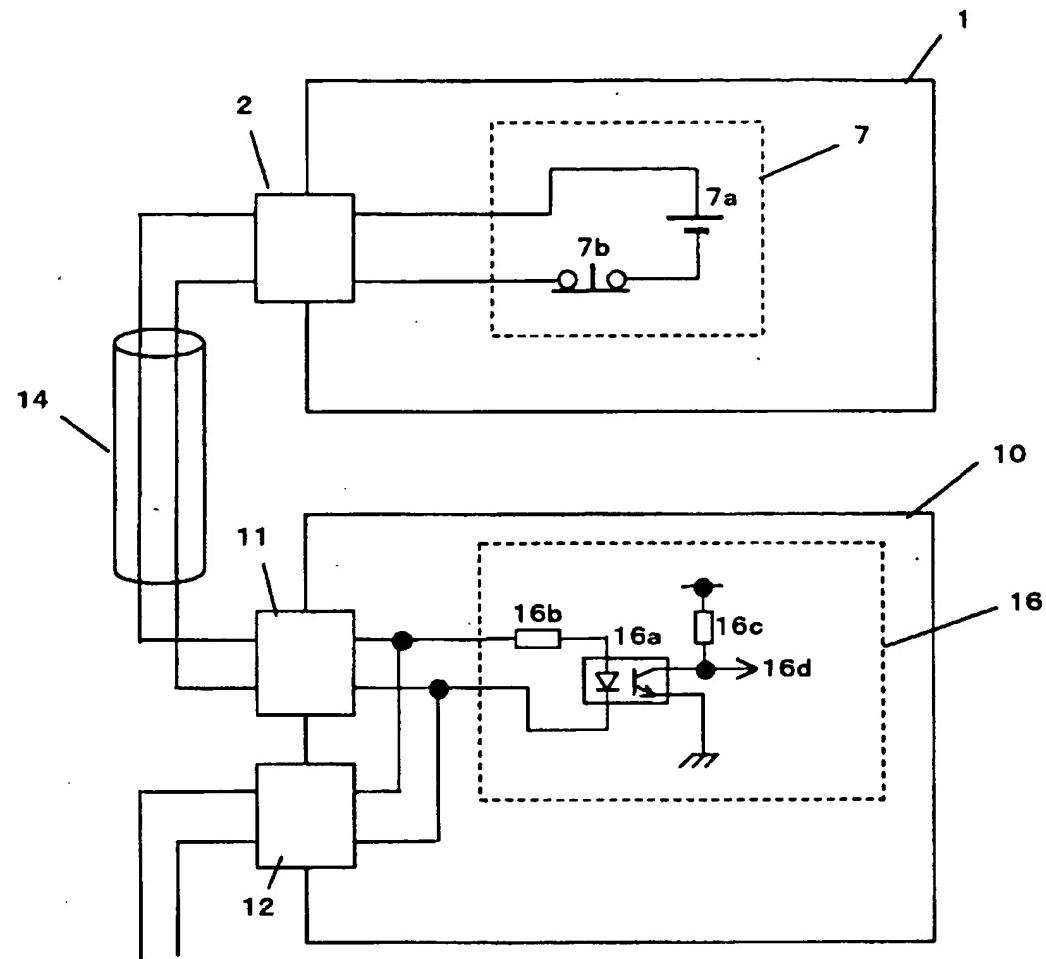
【図3】



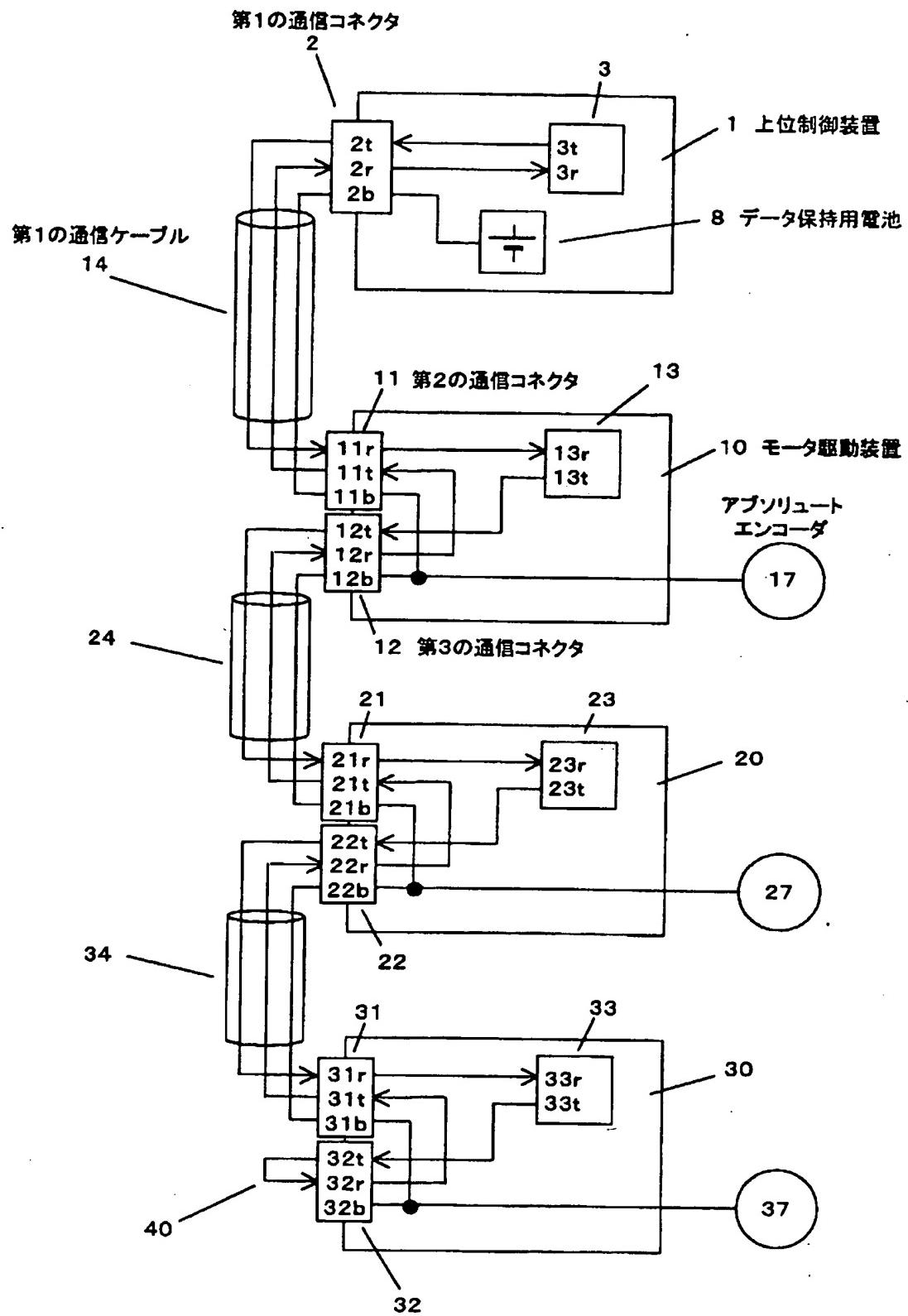
【図4】



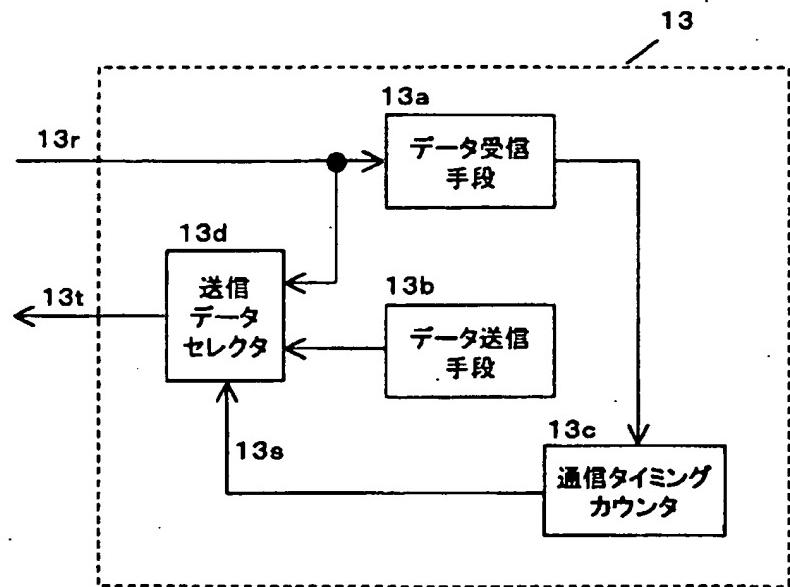
【図5】



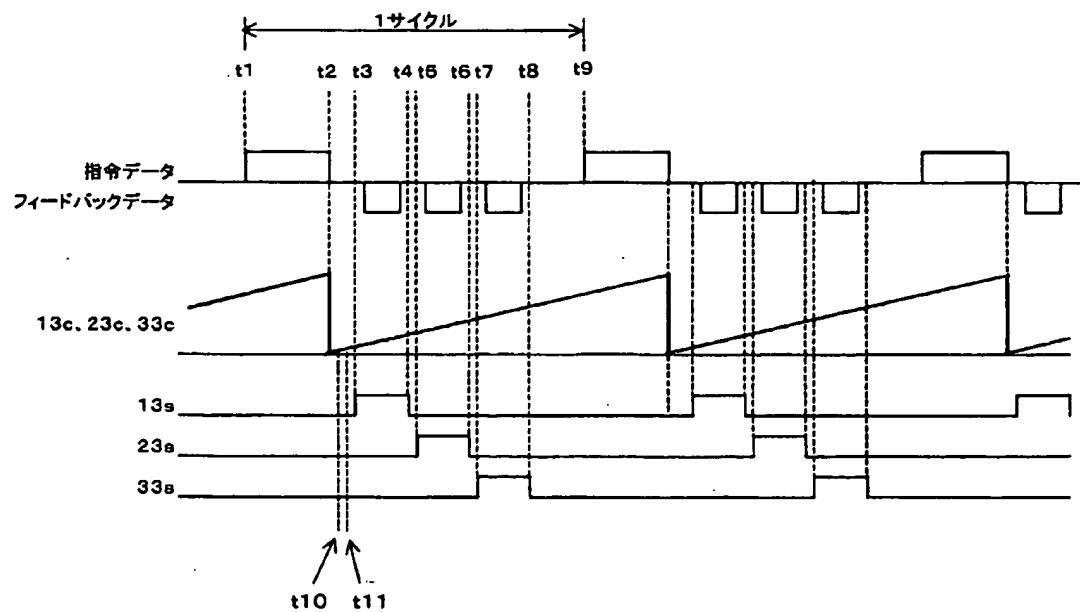
【図6】



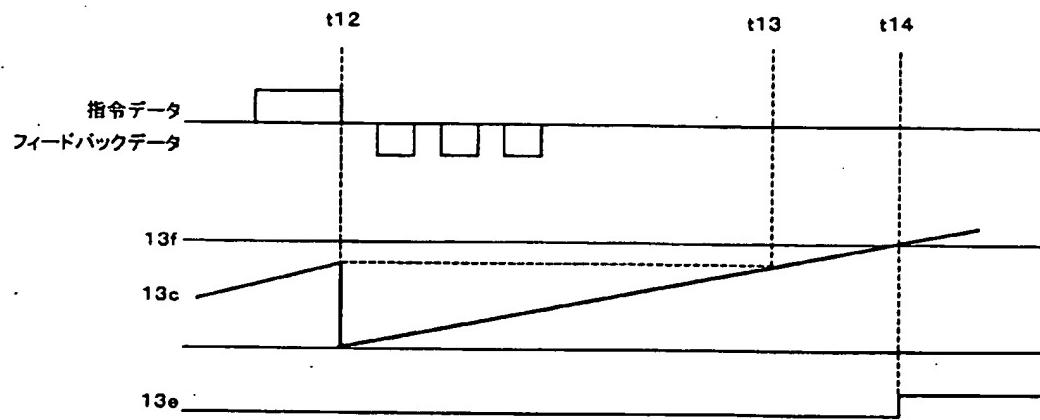
【図7】



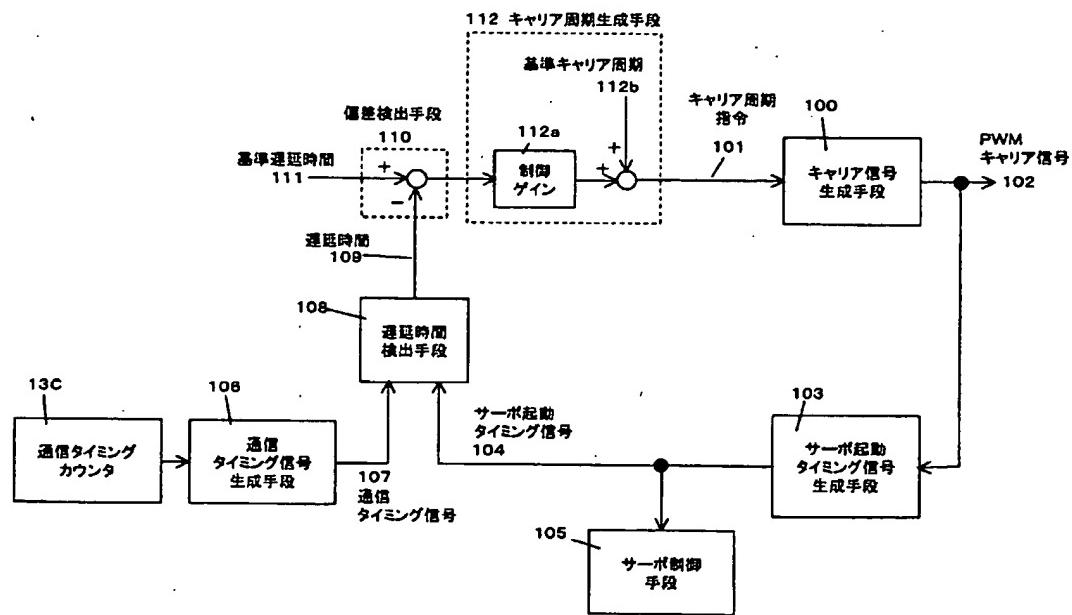
【図8】



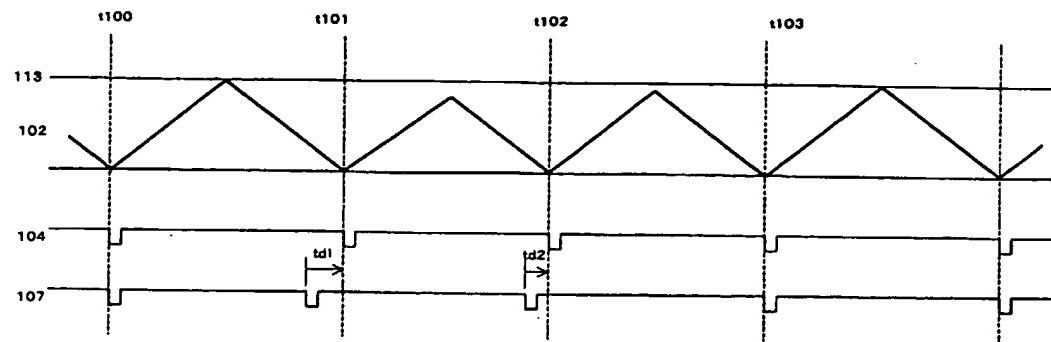
【図9】



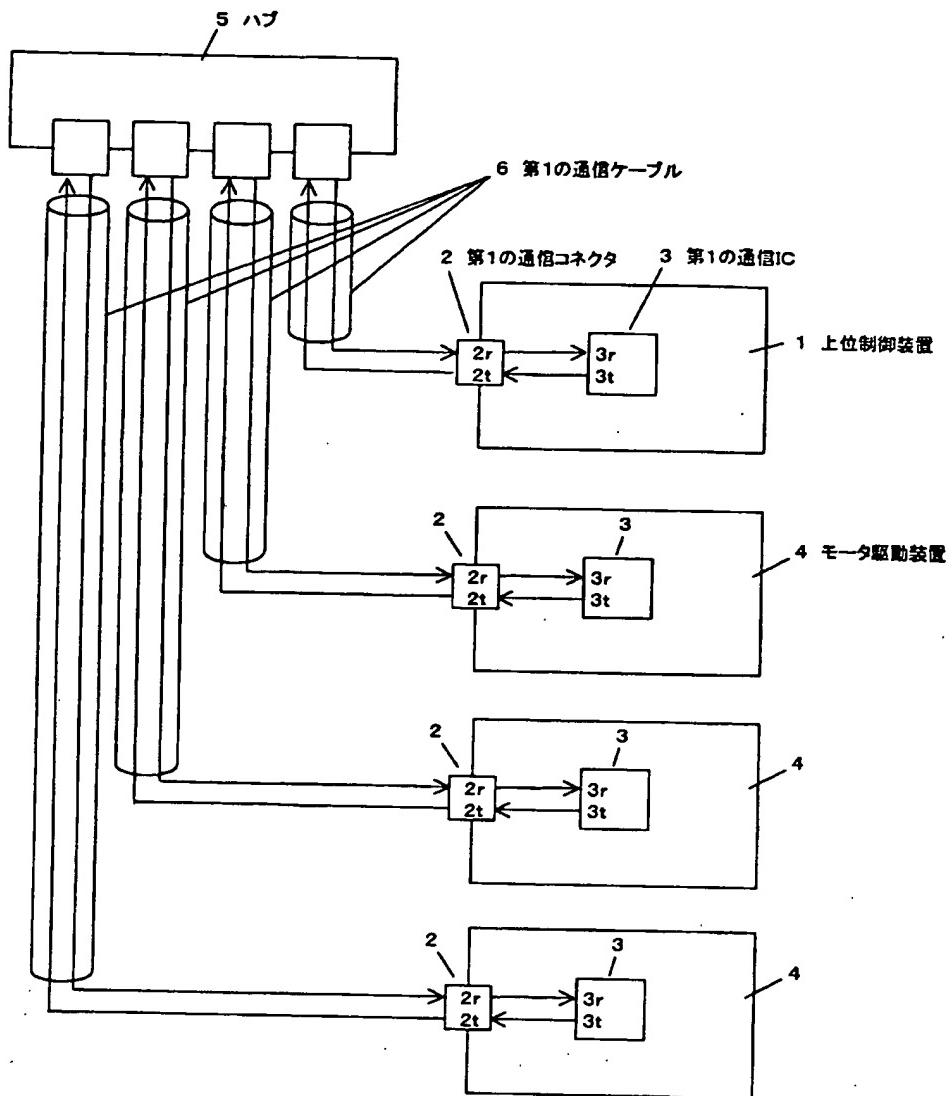
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 上位制御装置とモータ駆動装置との接続に用いるモータ制御用シリアル通信装置において、配線効率を高め、また、ハブを不要にすることを目的とする。

【解決手段】 上位制御装置1に第1の通信IC3と第1の通信コネクタ2を備え、モータ駆動装置10、20、30に第2の通信IC13、23、33と第2の通信コネクタ11、21、31と第3の通信コネクタ12、22、32を備え、上位制御装置1と各モータ駆動装置10、20、30との接続に第1の通信ケーブル14、24、34と第2の通信ケーブル40を用いてデイジィチェーン接続する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社